

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

APPLICANTS : Su-Hyung Kim et al.  
SERIAL NO. : Not Yet Assigned  
FILED : February 11, 2004  
FOR : METHOD FOR CONTROLLING UPSTREAM TRAFFIC IN  
ETHERNET-BASED PASSIVE OPTICAL NETWORK

**PETITION FOR GRANT OF PRIORITY UNDER 35 USC 119**

MAIL STOP PATENT APPLICATION  
COMMISSIONER FOR PATENTS  
P.O. BOX 1450  
ALEXANDRIA, VA. 22313-1450

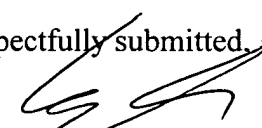
Dear Sir:

Applicant hereby petitions for grant of priority of the present Application on the basis of the following prior filed foreign Application:

<u>COUNTRY</u>	<u>SERIAL NO.</u>	<u>FILING DATE</u>
Republic of Korea	2003-52336	July 29, 2003

To perfect Applicant's claim to priority, a certified copy of the above listed prior filed Application is enclosed. Acknowledgment of Applicant's perfection of claim to priority is accordingly requested.

Respectfully submitted,

  
\_\_\_\_\_  
Steve S. Cha  
Attorney for Applicant  
Registration No. 44,069

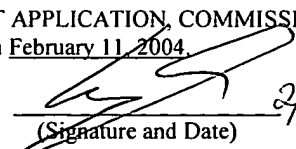
CHA & REITER  
210 Route 4 East, #103  
Paramus, NJ 07652  
(201) 226-9245

Date: February 11, 2004

**Certificate of Mailing Under 37 CFR 1.8**

I hereby certify that this correspondence is being deposited with the United States Postal Service as first class mail in an envelope addressed to MAIL STOP PATENT APPLICATION, COMMISSIONER FOR PATENTS, P. O. BOX 1450, ALEXANDRIA, VA. 22313-1450 on February 11, 2004.

Steve S. Cha, Reg. No. 44,069  
Name of Registered Rep.)

  
\_\_\_\_\_  
(Signature and Date)

2/11/04



별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto is a true copy from the records of the Korean Intellectual Property Office.

출원 번호 : 10-2003-0052336  
Application Number

출원 년 월 일 : 2003년 07월 29일  
Date of Application JUL 29, 2003

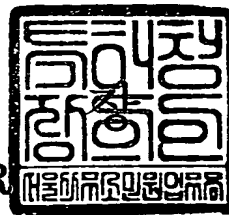
출원인 : 삼성전자주식회사  
Applicant(s) SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.



2003 년 10 월 21 일

특 허 청

COMMISSIONER



## 【서지사항】

【서류명】	특허출원서
【권리구분】	특허
【수신처】	특허청장
【참조번호】	0008
【제출일자】	2003.07.29
【국제특허분류】	H04Q
【발명의 명칭】	이더넷 기반의 수동 광 가입자망에서 상향 트래픽 제어 방법
【발명의 영문명칭】	METHOD FOR CONTROLLING UPSTREAM TRAFFIC OF ETHERNET PASSIVE OPTICAL NETWORK(E-PON)
【출원인】	
【명칭】	삼성전자 주식회사
【출원인코드】	1-1998-104271-3
【대리인】	
【성명】	이건주
【대리인코드】	9-1998-000339-8
【포괄위임등록번호】	2003-001449-1
【발명자】	
【성명의 국문표기】	김수형
【성명의 영문표기】	KIM,Su Hyung
【주민등록번호】	710501-1079657
【우편번호】	138-783
【주소】	서울특별시 송파구 풍납2동 우성아파트 5-706
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	성환진
【성명의 영문표기】	SUNG,Whan Jin
【주민등록번호】	720605-1018018
【우편번호】	442-470
【주소】	경기도 수원시 팔달구 영통동 1020-4
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	오호일
【성명의 영문표기】	OH,Ho Il

【주민등록번호】	740709-1347816
【우편번호】	121-230
【주소】	서울특별시 마포구 망원동 429-13번지 302호
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	김영석
【성명의 영문표기】	KIM, Young Seok
【주민등록번호】	611021-1684623
【우편번호】	463-050
【주소】	경기도 성남시 분당구 서현동 310번지 효자촌 614-802
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	오윤제
【성명의 영문표기】	OH, Yun Je
【주민등록번호】	620830-1052015
【우편번호】	449-915
【주소】	경기도 용인시 구성면 언남리 동일하이빌 102동 202호
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	박태성
【성명의 영문표기】	PARK, Tae Sung
【주민등록번호】	640619-1029617
【우편번호】	449-912
【주소】	경기도 용인시 구성면 마북리 삼성래미안 1차 109동 1202호
【국적】	KR
【심사청구】	청구
【취지】	특허법 제42조의 규정에 의한 출원, 특허법 제60조의 규정에 의한 출원심사를 청구합니다. 대리인 이건주 (인)
【수수료】	
【기본출원료】	20 면 29,000 원
【가산출원료】	12 면 12,000 원

1020030052336

출력 일자: 2003/10/22

【우선권주장료】	0	건	0	원
【심사청구료】	9	항	397,000	원
【합계】	438,000			원

**【요약서】****【요약】**

이더넷 기반의 수동 광 가입자망에서 상향 트래픽 제어 방법은, a)제1버퍼에 전송할 데이터프레임의 존재 여부를 판단하는 단계; b)제1버퍼에 전송할 데이터 프레임이 존재하는 것으로 판단되면, 데이터 프레임이 최소한의 전송 트래픽을 보장하기 위해 설정된 기준치인 로우워터마크 이하인지를 판단하는 단계; c)제1버퍼에 존재하는 데이터 프레임이 로우워터마크 이하인 것으로 판단되면, 제1버퍼에 존재하는 데이터 프레임을 전송하고 제2버퍼에 전송할 데이터 프레임이 로우워터마크 이하인지를 판단하는 단계; d)제2버퍼에 존재하는 데이터 프레임이 로우워터마크 이하인 것으로 판단되면, 제3버퍼에 전송할 데이터 프레임이 로우워터마크 이하인지를 판단하는 단계; 및 e)제3버퍼에 전송할 데이터 프레임이 로우워터마크 이하인것으로 판단되면, 제2버퍼 및 제3버퍼에 존재하는 각각의 데이터 프레임을 전송하는 단계를 포함한다.

**【대표도】**

도 6

**【색인어】**

이더넷, 수동 광 가입자망, 상향 전송, 트래픽, 로우워터마크

**【명세서】****【발명의 명칭】**

이더넷 기반의 수동 광 가입자망에서 상향 트래픽 제어 방법 {METHOD FOR CONTROLLING UPSTREAM TRAFFIC OF ETHERNET PASSIVE OPTICAL NETWORK(E-PON)}

**【도면의 간단한 설명】**

도 1은 이더넷 수동 광 가입자망에서 데이터의 상향 전송 구조를 나타낸 도면,

도 2는 기가비트 이더넷 수동 광 가입자망에서 데이터의 하향 전송 구조를 나타낸 도면,

도 3은 종래의 전송 트래픽 제어를 위한 스케줄링을 나타낸 EPON 기본 블록도,

도 4는 본 발명에 따른 로우 워터 마크를 이용하여 상향 트래픽의 스케줄링을 제어하는 이더넷 수동 광가입자망의 바람직한 실시예를 도시한 블록도,

도 5는 도 4의 ONU를 보다 상세히 도시한 블록도이다.

도 6은 도 4 및 도 5에서 데이터 프레임의 상향 전송을 위해 각 버퍼의 트래픽을 제어하는 ONU를 도시한 블록도, 그리고

도 7은 본 발명에 따른 이더넷 수동 가입자망에서 상향 트래픽 제어 방법의 바람직한 실시예를 도시한 순서도이다.

\* 도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명 \*

100 : OLT          120 : 스케줄러

200,300,400 : ONU      220,320,420 : FIFO 스케줄러

242,244,246,342,344,346,442,444,446 : 버퍼

【발명의 상세한 설명】

【발명의 목적】

【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】

- <12> 본 발명은 이더넷 기반의 수동 광가입자망(Ethernet Passive Optical Network: E-PON)에서 데이터 전송 스케줄링 방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는 하나의 OLT(Optical Line Terminal)와 다수의 ONU(Optical Network Unit)로 구성된 이더넷 기반의 수동 광가입자망(E-PON)에서 다중 서비스를 지원하기 위한 ONU의 데이터 전송 스케줄링방법에 관한 것이다.
- <13> 수동 광가입자망은 광케이블 망을 통해 최종사용자에게 신호를 전달하는 통신망 시스템이다. 수동 광가입자망은 통신회사에 설치되어 있는 한 대의 OLT(Optical Line Terminal)와 가입자 부근에 설치되어 있는 다수의 ONU(Optical Network Unit)로 구성되는데, 대개 최대 32개의 ONU가 한 대의 OLT에 연결될 수 있다.
- <14> 수동 광가입자망은 하나의 단독형 시스템에서, 하향으로 622 Mbps, 상향으로 155 Mbps의 대역폭을 사용자에게 제공할 수 있으며, 이 대역폭은 다수의 수동 광가입자망 사용자들에게 할당될 수 있다. 또한 수동 광 가입자망은 케이블TV 시스템과 같은 대규모 시스템과 인근의 빌딩 또는 동축케이블을 이용하는 가정용 이더넷 네트워크 사이에서 트렁크로 이용될 수도 있다.
- <15> 한편, OLT는 서비스를 제공하기 위한 서비스를 광섬유를 통해 ONU에 전송한다. ONU는 OLT로부터 제공되는 서비스를 제공받아 신호 처리 후 최종 가입자에게 전송한다. 이때 ONU에



서는 가입자의 요구에 대응하여 능동적으로 서비스를 제공하는데 이러한 전송 시스템을 능동 광 가입자망(Active Optical Network)이라고 한다.

<16> 여기서, 서비스 가입자측의 전송 시스템인 ONU는 최종 사용자들에게 서비스 인터페이스를 제공하는 광통신망의 종단 장치이다. 이러한 ONU는 FTTC(Fiber To The Curb), FTTB(Fiber To The Building), FTTF (Fiber To The Floor), FTTH(Fiber To The Home), 및 FTTO(Fiber To The Office) 등을 수용한다. 이에 따라, ONU는 가입자들에게 서비스 접근성이 높도록 구현한다. ONU는 가입자와 연결되어 가입자로부터 전송된 아날로그 신호를 전송하는 케이블과 OLT와 연결되어 광신호를 송수신하는 광시설들을 연결시켜주는 기능을 수행한다. 따라서, ONU는 OLT로부터 전송된 광신호를 전기신호로 변환하여 가입자에게 전송하는 광전변환 및 가입자로부터 전송된 전기신호를 광신호로 변환하여 OLT로 전송하는 전광변환을 수행한다.

<17> 도 1은 이더넷 수동 광 가입자망(Gigabit Ethernet Passive Optical Network System)에서 데이터의 상향 전송 구조를 나타낸 도면이고, 도 2는 기가비트 이더넷 수동 광 가입자망에서 데이터의 하향 전송 구조를 나타낸 도면이다.

<18> 도시된 바와 같이, 수동 광 가입자망은 1개의 OLT(10)가 다수의 ONU(20,22,24)와 광분배기(15)에 의해 트리(tree) 구조로 연결된 구조를 가지며, AON(Activity-on-Node) 시스템보다 저가로 효과적인 가입자망을 구성할 수 있는 방법이다.

<19> 수동 광 가입자망의 형태로는 비동기 전송 모드 수동 광 가입자망(Asynchronous Transfer Mode Passive Optical Network : 이하, ATM-PON이라 함)이 먼저 개발되어 표준화가 이루어졌는데, ATM-PON은 ATM의 셀(cell)을 일정한 크기로 묶은 블록(block) 형태로 상향 및 하향 전송이 이루어지게 된다. 반면, 이더넷 수동 광 가입자망(E-PON)은 크기가 다른 패킷을

일정한 크기의 블록으로 묶어 전송한다. 따라서, E-PON은 ATM-PON에 비해 다소 복잡한 제어 구조를 갖는다.

<20> 도 1을 참조하여 데이터의 상향 전송에 대해 설명한다. 트래픽 제어는 상향 전송(Upstream)의 경우 사용자들(30,32,34)로부터 전송된 각각의 데이터들은 ONU(20,22,24) 각각에 전송된다. 이때 ONU들(20,22,24) 각각은 사용자들(30,32,34)로부터 전송된 데이터를 OLT(10)로부터 전송 허락이 약속된 조건에 따라 각각 광분배기(15)로 전송한다. 이때, 각각의 ONU들(20,22,24)은 TDM(Time Division Multiplexing) 방식으로 수신된 각각의 데이터를 상향 전송한다. 이에 따라, 광분배기(15)에서는 데이터의 상향 전송에 따른 데이터 충돌이 발생하지 않는다.

<21> 도 2를 참조하여 데이터의 하향 전송에 대해 설명한다. 트래픽 제어는 하향 전송(Downstream)의 경우 OLT(10)은 ONU(20,22,24)에 전송하기 위한 데이터를 브로드캐스팅(broadcasting)한다. 광분배기(15)는 OLT(10)로부터 전송된 데이터가 수신되면, 각각의 ONU(20,22,24)에 수신된 데이터를 동일하게 분배하여 전송한다. 각각의 ONU들(20,22,24)은 광분배기(15)로부터 전송된 데이터로부터 각각의 사용자들(30,32,34)에 전송하기 위한 데이터를 검출하여 검출된 데이터만을 사용자들(30,32,34)에게 각각 전송한다.

<22> 한편, ONU(20,22,24)는 데이터를 전송할 때 큐(Queue)를 이용하여 전송 우선 순위를 결정하는 우선 순위 우선 할당(High Priority First Allocation: HPFA) 알고리즘을 이용한다. 우선 순위 우선 할당 알고리즘은 HOL 블로킹(Head Of Line Blocking) 문제를 해결하고 발생하는 잔여 대역을 줄임으로써 대역의 이용률을 높일 수 있다. HOL은 할당된 대역에 대응하여 수용 가능한 데이터 보다 작은 량의 데이터를 버퍼가 수용함에 따라 발생하는 할당 대역의 이용

손실을 말한다. 이러한 HOL은 ONU(20,22,24)의 데이터 상향 전송에 대한 처리량이 떨어지게 되어 전체적으로 E-PON의 전송 효율을 떨어뜨린다.

<23> 우선 순위 우선 할당 알고리즘은 ONU(20,22,24)가 OLT(10)로부터 할당받은 대역을 각 큐에게 할당할 때, 가장 우선 순위가 높은 큐의 대역을 할당받은 대역 내에서 할당한다. 이때 우선 순위가 높은 큐에 대역을 할당해 주고 남은 대역이 있을 때, ONU(20,22,24)는 각 큐의 요청대역과 가중치(Weight)를 고려하여 새로운 요구 대역을 결정하고 이를 기반으로 가장 많이 요청한 큐의 순서로 큐에 대한 대역을 할당한다. 이와 같은 우선순위 우선할당 알고리즘은 항상 우선 순위가 높은 큐를 먼저 대역 할당해 주기 때문에, 각 서비스의 요구 사항을 만족시킬 수 있다. 또한, 우선순위 우선할당 알고리즘은 큐로부터 이미 요청된 대역만을 할당하기 때문에 우선 순위가 낮은 큐에 대해서도 전송 기회를 제공하여 각 큐간의 공정성을 보장한다.

<24> 그런데, ONU(20,22,24)가 데이터의 전송 방식으로 우선순위 우선할당 알고리즘을 적용할 경우, 우선 순위가 높은 큐부터 대역을 할당하여 데이터 전송을 보장해 주기 때문에 이로 인해 입력부하가 낮음에도 불구하고 우선 순위가 낮은 큐의 지연은 오히려 증가하는 경우가 발생하는 문제점이 있다. 이러한 현상을 낮은 입력 부하에서의 패킷 지연 현상이라고 하는데, 이는 전송 시점에서 우선 순위가 높은 큐의 데이터를 먼저 보장해주기 때문에 발생하는 문제점이다.

<25> 또한, ONU(20,22,24)는 기존의 우선순위 우선할당 알고리즘을 이용하여 데이터를 전송할 경우, FIFO(First-in, First-out)가 고려되지 않고 큐에 대한 높은 우선순위와 낮은 우선순위만을 고려하여 데이터 전송을 위한 대역 할당 즉 전송 스케줄링을 결정한다. 따라서, 우선순위 우선할당 알고리즘을 이용하여 데이터를 전송하는 ONU(20,22,24)는 큐에 대한 대역 할당 시

단순히 우선순위를 고려하여 전송 스케줄링을 결정하기 때문에, 우선순위가 낮은 큐에 대해서는 FIFO에 따른 데이터 전송을 안정적으로 보장할 수 없는 문제점이 있다.

<26> 도 3은 종래의 전송 트래픽 제어를 위한 스케줄링을 나타낸 EPON 기본 블록도이다.

<27> ONU들(20,22,26)은 OLT(10)에게 등록을 하여 자신의 위치와 존재를 알리고, 각각의 ONU ID를 할당받는다. OLT(10)는 ONU들(20,22,26)에게 데이터를 전송할 수 있는 기회를 상향 데이터 전송기회 허가(grant) 프레임을 통해 부여한다. ONU들(20,22,26)은 각각 상향 전송을 위한 트래픽을 제어하는 스케줄러(20a,22a,26a)를 구비한다. 이에 따라, ONU들(20,22,26) 각각에 마련된 스케줄러(20a,22a,26a)는 전송하기 위한 데이터를 버퍼링하는 ONU들(20,22,26)에 마련된 큐(21a,21b,21c,23a,23b,23c,27a,27b,27c)에 있는 데이터의 양을 측정한다. ONU들(20,22,26)은 스케줄러(20a,22a,26a)에 의해 측정된 각각의 큐(queue)값을 대역폭 할당 요구 프레임에 넣어 OLT(10)로 각각 전송한다.

<28> 상기한 상향 데이터 전송기회 허가 프레임은 OLT(10)가 ONU들(20,22,26)에게 상향으로 데이터를 전송할 수 있는 기회를 부여해 주고자 할 때 사용되는 하향 패킷이고, 대역폭 할당 요구 프레임은 ONU들(20,22,26)이 OLT(10)의 허가를 받아 OLT(10)에게 대역폭 할당 요구를 할 때 사용되는 상향 패킷이다.

<29> OLT(10)는 ONU들(20,22,26)로부터 대역폭 요구들을 받으면, OLT(10)의 스케줄러(12)는 ONU들(20,22,26)에게 적절한 데이터 전송 대역폭을 할당한다. 그리고 OLT(10)는 이 결과를 다음 타임 슬롯의 상향 데이터 전송기회 허가 프레임에 포함시켜 ONU들(20,22,26)에 전송한다. 이때 할당정보는 전송을 시작할 시각과 전송을 유지할 시간으로 구성되며 이를 받은 ONU들(20,22,26)은 할당된 시각에 부여받은 시간만큼 OLT(10)로 데이터를 전송하게 된다.

<30> 한편, ONU들(20,22,26)에 마련된 스케줄러(20a,22a,26a)는 할당된 시간에 버퍼 즉, 큐(21a,21b,21c,23a,23b,23c,27a,27b,27c)에 존재하는 데이터를 어떠한 순서에 따라 전송할 것인지를 결정하는 상향 트래픽을 위한 스케줄링을 수행한다. 이때, 스케줄러(20a,22a,26a)는 상향 전송을 위한 스케줄링을 할 때, 시간에 따라 먼저 입력된 데이터를 먼저 출력하는 FIFO가 고려되지 않고 큐에 대한 높은 우선순위와 낮은 우선순위만을 고려하여 전송 스케줄링을 결정한다. 따라서, 종래의 상향 전송 트래픽을 제어하기 위한 스케줄링은 우선순위가 낮은 큐에 대해서는 FIFO에 따른 데이터 전송을 안정적으로 보장할 수 없는 문제점이 있다.

#### 【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

<31> 상기와 같은 문제점을 해결하기 위한 본 발명의 목적은, 큐에 대한 우선순위 우선할당을 기초로 데이터를 상향 전송할 때 발생하는 패킷 현상을 해소할 수 있는 이더넷 기반의 수동 광 가입자망에서 상향 트래픽 제어 방법을 제공하는데 있다.

<32> 본 발명의 다른 목적은 상향 전송을 위한 데이터에 대한 서비스 특성을 고려하면서 주어진 큐 자원을 효율적으로 사용하여 데이터의 상향 전송을 보다 효율적으로 전송할 수 있는 이더넷 기반의 수동 광 가입자망에서 상향 트래픽 제어 방법을 제공하는데 있다.

#### 【발명의 구성 및 작용】

<33> 상기와 같은 목적은 본 발명에 따라, 이더넷 기반의 수동 광 가입자망에서 서비스 특성에 따라 제1버퍼, 제2버퍼, 및 제3버퍼 순으로 전송 우선 순위를 갖는 데이터 프레임의 상향 트래픽 제어 방법에 있어서, a)제1버퍼에 전송할 데이터프레임의 존재 여부를 판단하는 단계;

b) 제1버퍼에 전송할 데이터 프레임이 존재하는 것으로 판단되면, 데이터 프레임이 최소한의 전송 트래픽을 보장하기 위해 설정된 기준치인 로우워터마크 이하인지를 판단하는 단계; c) 제1버퍼에 존재하는 데이터 프레임이 로우워터마크 이하인 것으로 판단되면, 제1버퍼에 존재하는 데이터 프레임을 전송하고 제2버퍼에 전송할 데이터 프레임이 로우워터마크 이하인지를 판단하는 단계; d) 제2버퍼에 존재하는 데이터 프레임이 로우워터마크 이하인 것으로 판단되면, 제3버퍼에 전송할 데이터 프레임이 로우워터마크 이하인지를 판단하는 단계; 및 e) 제3버퍼에 전송할 데이터 프레임이 로우워터마크 이하인 것으로 판단되면, 제2버퍼 및 제3버퍼에 존재하는 각각의 데이터 프레임을 전송하는 단계를 포함하는 이더넷 기반의 수동 광 가입자망에서 상향 트래픽 제어 방법에 의해 달성된다.

<34> 바람직하게는, 본 발명의 상향 트래픽 제어 방법은 a) 단계에서 제1버퍼에 전송할 데이터 프레임이 존재하지 않는 것으로 판단되면, 로우워터마크를 기준으로 제2버퍼 및 제3버퍼에 존재하는 데이터 프레임의 크기를 체크하여 데이터 프레임의 전송 여부를 판별하는 단계를 더 포함한다.

<35> 또한, 본 발명의 상향 트래픽 제어 방법은 b) 단계에서 제1버퍼에 존재하는 데이터 프레임이 로우워터마크 이상인 것으로 판단되면, 제1버퍼에 존재하는 모든 데이터 프레임을 전송하는 단계를 더 포함한다.

<36> 한편, 본 발명의 상향 트래픽 제어 방법은 c) 단계에서 제2버퍼에 존재하는 데이터 프레임이 로우워터마크 이상인 것으로 판단되면, 제1버퍼에 존재하는 데이터 프레임이 로우워터마크 이하인지를 판단하는 단계; 및 제1버퍼에 존재하는 데이터 프레임이 로우워터마크 이하인 것으로 판단되면, 제2버퍼에 존재하는 데이터 프레임을 전송하는 단계를 더 포함한다.

- <37> 게다가, 본 발명의 상향 트래픽 제어 방법은 제1버퍼에 존재하는 데이터 프레임이 로우 워터마크 이상인 것으로 판단되면, 제1버퍼에 존재하는 데이터 프레임을 전송하고 2버퍼에 존재하는 데이터 프레임을 전송하는 단계를 더 포함한다.
- <38> 또한, 본 발명의 상향 트래픽 제어 방법은 d)단계에서 제3버퍼에 존재하는 데이터 프레임이 로우워터마크 이상인 것으로 판단되면, 제1버퍼에 존재하는 데이터 프레임이 로우워터마크 이하인지를 판단하는 단계; 및 제1버퍼에 존재하는 데이터 프레임이 로우워터마크 이하인 것으로 판단되면, 제3버퍼에 존재하는 데이터 프레임을 전송하는 단계를 더 포함한다.
- <39> 본 발명의 상향 트래픽 제어 방법은 제1버퍼에 존재하는 데이터 프레임이 로우워터마크 이상인 것으로 판단되면, 제1버퍼에 존재하는 데이터 프레임을 전송하고 3버퍼에 존재하는 데이터 프레임을 전송하는 단계를 더 포함한다.
- <40> 바람직하게는, 제1버퍼에 존재하는 데이터 프레임은 영상 데이터 프레임이고, 제2버퍼에 존재하는 데이터 프레임은 음성 데이터 프레임이며, 제3버퍼에 존재하는 데이터 프레임은 문자 데이터 프레임이다.
- <41> 바람직하게는, 본 발명의 상향 트래픽 제어 방법은 제2버퍼 및/또는 제3버퍼에 존재하는 데이터 프레임을 전송하는 도중에 제1버퍼에 존재하는 데이터 프레임이 로우워터마크 이상이 되면, 제2버퍼 및/또는 제3버퍼에 존재하는 데이터 프레임의 전송을 중단하고 가장 최우선 순위를 갖는 제1버퍼에 존재하는 데이터 프레임을 전송한다.
- <42> 본 발명에 따르면, 버퍼에 존재하는 데이터 프레임의 우선순위뿐만 아니라 각 버퍼에 대해 설정된 로우 워터 마크(M)와 버퍼에 존재하는 데이터 프레임의량을 비교하여 버퍼에 존재하는 데이터 프레임이 로우 워터 마크(M) 이상인 경우 우선 순위가 낮은 데이터 프레임이라

할지라도 버퍼에 존재하는 데이터 프레임의 전송함으로써, 데이터 프레임에 대한 우선순위를 보장하면서 주어진 버퍼 자원을 효율적으로 사용할 수 있다. 또한, 단순히 데이터 프레임이 갖는 서비스 요구 특성에 따른 우선순위 큐만을 가지고 전송 여부를 판단하지 않고 최소한의 전송 트래픽을 보장할 수 있는 데이터의 저장 용량을 함께 고려하여 데이터의 전송 여부를 판단하여 상향 트래픽 제어를 위한 스케줄링을 수행함으로써, 모든 큐에 대한 트래픽 상황이 반영된 데이터 전송이 가능하다. 이에 따라, 주어진 큐 자원의 효율적 이용이 가능하고 상향 전송을 보다 효율적으로 수행할 수 있다.

<43> 이하, 본 발명의 바람직한 실시예들을 첨부한 도면을 참조하여 상세히 설명한다. 도면들 중 동일한 구성요소들은 가능한 한 어느 곳에서든지 동일한 부호들로 나타내고 있음에 유의해야 한다. 또한 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있는 공지 기능 및 구성에 대한 상세한 설명은 생략한다.

<44> 도 4는 본 발명에 따른 로우 워터 마크를 이용하여 상향 트래픽의 스케줄링을 제어하는 이더넷 수동 광가입자망의 바람직한 실시예를 도시한 블록도이다.

<45> 도시된 바와 같이, 본 발명의 이더넷 수동 광가입자망은 OLT(100) 및 다수의 ONU(200,300,400)로 구성된다. OLT(100)에는 ONU들(200,300,400)의 데이터 전송을 할당하기 위한 스케줄러(120)가 마련된다. 또한 각각의 ONU들(200,300,400)에는 각각의 큐 즉, 버퍼(242,244,246,342,344,346,442,444,446)에 대한 데이터 프레임의 전송 스케줄을 설정하기 위한 FIFO스케줄러(First-in, First-out Scheduler)(220,320,420)가 마련된다.

<46> ONU(200,300,400)에 대응하여 마련된 FIFO스케줄러(220,320,420)는 우선순위 우선할당 알고리즘을 기초로한 순환 순서 방식(Round Robin)을 이용하여 순차적으로 버퍼



(242,244,246,342,344,346,442,444,446)에 대한 FIFO 스케줄링을 수행한다. 참고로, 도면에서 버퍼 B1(242,342,442)에 입력되는 데이터 프레임은 버퍼 B2(244,344,444) 및 버퍼 B3(246,346,446)에 입력되는 데이터 프레임에 비해 우선 순위가 높은 데이터이다. 이러한 우선순위가 고려될 때 각각의 버퍼 중 버퍼 B1(242,342,442)은 음성 데이터, 버퍼 B2(244,344,444)는 영상 데이터, 및 버퍼 B3(246,346,446)은 문자 데이터의 버퍼로 이용되는 것이 바람직하다.

<47> 우선순위 우선할당을 고려한 FIFO 스케줄링을 수행하는 FIFO스케줄러(220,320,420)는 먼저 우선순위가 제일 높은 버퍼 BI(242,342,442)에 존재하는 데이터 프레임이 있는지를 판단한다. 버퍼 BI(242,342,442)에 데이터 프레임이 존재하지 않는 것으로 판단되면, FIFO스케줄러(220,320,420)는 버퍼 BI(242,342,442)에 데이터 프레임이 입력되는지의 여부를 감시한다. 만약 버퍼 BI(242,342,442)에 데이터 프레임이 존재하는 것으로 판단되면, FIFO스케줄러(220,320,420)는 우선 순위를 갖는 데이터 프레임을 전송하기 위해 상향 트래픽 제어를 위한 스케줄링을 수행한다.

<48> FIFO스케줄러(220,320,420)는 버퍼 BI(242,342,442)에 존재하는 데이터 프레임이 설정된 로우 워터 마크(Low Water Mark)(M) 이상인 경우, 일단 버퍼 BI(242,342,442)에 존재하는 데이터 프레임을 모두 전송하고 버퍼 B2(244,344,444) 및 버퍼 B3(246,346,446)에 대한 상향 전송을 위한 스케줄링을 수행한다. 만약, 버퍼 BI(242,342,442)에 존재하는 데이터 프레임이 설정된 로우 워터 마크(M) 이하인 경우라 하더라도, FIFO스케줄러(220,320,420)는 버퍼 BI(242,342,442)에 입력되는 데이터의 우선 순위 특성을 고려하여 현재까지 존재하는 데이터 프레임을 모두 전송한 후 버퍼 B2(244,344,444) 및 버퍼 B3(246,346,446)에 존재하는 데이터 프레임의 상향 전송을 위한 스케줄링을 수행한다.

- <49> 스케줄링에 따라 버퍼 B2(244,344,444) 및 버퍼 B3(246,346,446)에 존재하는 데이터 프레임이 설정된 로우 워터 마크(M) 이상인 것으로 판단되면, FIFO스케줄러(220,320,420)는 버퍼 BI(242,342,442)에 존재하는 데이터 프레임이 로우 워터 마크(M) 이하인 조건하에서 버퍼 B2(244,344,444) 및 버퍼 B3(246,346,446)에 존재하는 데이터 프레임을 무조건 전송한다. 즉, 버퍼 B2(244,344,444) 및 버퍼 B3(246,346,446)에 존재하는 데이터 프레임이 설정된 로우 워터 마크(M) 이상인 경우라 하더라도 버퍼 BI(242,342,442)에 존재하는 데이터 프레임이 로우 워터 마크(M) 이상인 것으로 판단되면, FIFO스케줄러(220,320,420)는 버퍼 BI(242,342,442)에 존재하는 데이터 프레임을 전송한다.
- <50> 만약, 버퍼 B2(244,344,444) 및 버퍼 B3(246,346,446)에 존재하는 데이터 프레임이 설정된 로우 워터 마크(M) 이하인 경우, FIFO스케줄러(220,320,420)는 모든 버퍼에 대한 로우 워터 마크(M)와 각각에 존재하는 데이터 프레임을 비교하여 스케줄링을 수행한 후 버퍼 BI(242,342,442) 부터 다시 스케줄링을 수행한다.
- <51> 따라서, 버퍼에 존재하는 데이터 프레임의 우선순위뿐만 아니라 각 버퍼에 대해 설정된 로우 워터 마크(M)와 버퍼에 존재하는 데이터 프레임의 양을 비교하여 버퍼에 존재하는 데이터 프레임이 로우 워터 마크(M) 이상인 경우 우선 순위가 낮은 데이터 프레임이라 할지라도 버퍼에 존재하는 데이터 프레임을 전송함으로써, 데이터 프레임에 대한 우선순위를 보장하면서 주어진 버퍼 자원을 효율적으로 사용할 수 있다.
- <52> 도 5는 도 4의 ONU1을 보다 상세히 도시한 블록도이다. 도시된 바와 같이, ONU1(200)은 입력블럭(270), 버퍼(240), 및 출력블럭(28)를 갖는다.
- <53> 입력블럭(270)은 분류부(272) 및 다중화부(MUX)(274)를 갖는다. 분류부(272)는 상향 전송을 위해 입력되는 영상, 음성, 및 문자 데이터와 같은 상향 전송데이터를 LLID(Logical Link

ID) 별로 분류한다. 다중화부(274)는 LLID별로 분류된 상향 전송데이터를 직렬로 정렬하여 버퍼(240)로 출력한다.

<54> 버퍼(240)는 LLID별로 분류되어 입력되는 상향 전송데이터를 LLID(262,264...)별로 마련된 복수의 버퍼에 저장한다.

<55> 출력블럭(28)는 FIFO스케줄러(220) 및 합성부(282)를 갖는다. FIFO스케줄러(220)는 본 발명의 실시예에 따라 제어신호를 통해 버퍼(240)의 출력을 제어한다. 이때, FIFO스케줄러(220)는 버퍼(240)로부터 출력되는 데이터 프레임을 각각의 LLID별로 병렬로 출력한다. 합성부(282)는 LLID별로 입력되는 각각의 데이터 프레임을 합성하여 전송 채널을 통해 OLT(100)로 출력한다.

<56> 도 6은 도 4 및 도 5에서 데이터 프레임의 상향 전송을 위해 각 버퍼의 트래픽을 제어하는 ONU1(200)을 도시한 블록도이다.

<57> 본 실시예의 로우 워터 마크(M)를 이용한 우선순위 우선할당 알고리즘에 따르면, FIFO스케줄러(220)는 버퍼링하기 위한 데이터 프레임의 종류에 따라 큐(queue) 즉 각각의 버퍼 B1(242), B2(244), B3(246)에 로우 워터 마크(M)를 설정한다. 여기서 로우 워터 마크(M)는 데이터 프레임을 전송함에 있어 최소한의 트래픽을 유지하기 위해 설정하는 버퍼에서의 최대 저장 용량값이다. 이를 버퍼의 저장 문턱치값이라고 할 수도 있다. 이러한 로우 워터 마크(M)는 데이터 프레임의 서비스 요구 성격에 따라 각 버퍼(242,244,246)에서 최저값(0)과 최대값 사이의 임의의 값으로 설정된다.

<58> FIFO스케줄러(220)는 버퍼 B1(242)에 저장된 우선순위가 높은 데이터 프레임이 설정된 로우 워터 마크(M) 이하이면, 우선 순위가 낮은 데이터 프레임을 저장하고 있는 버퍼 B2(244)

및 버퍼 B3(246)을 설정된 로우 워터 마크(M)와 비교한다. 이에 따라, 버퍼 B2(244) 및 버퍼 B3(246)에 저장된 데이터 프레임이 로우 워터 마크(M) 이상인 것으로 판단되면, FIFO스케줄러(220)는 버퍼 B2(244) 및 버퍼 B3(246)에 저장된 데이터를 전송하도록 버퍼 B2(244) 및 버퍼 B3(246)을 제어한다.

<59> 우선순위가 낮은 버퍼 B2(244) 및 버퍼 B3(246)에 입력되는 데이터 프레임이 전송되는 동안 버퍼 B1(242)에 입력되는 우선순위가 높은 데이터 프레임이 로우워터마크(M) 이상이면, 우선순위가 낮은 버퍼 B2(244) 및 버퍼 B3(246)은 데이터 프레임의 전송을 중단하고 우선순위가 높은 버퍼 B1(242)에 존재하는 데이터를 전송한다.

<60> 도 7은 본 발명에 따른 이더넷 수동 가입자망에서 상향 트래픽 제어 방법의 바람직한 실시예를 도시한 순서도이다. 참고로 본 실시예를 설명함에 있어 OLT(100)와 연결되는 ONU는 다수개이나 그 중에서 도 4 내지 도 6에 도시된 하나의 ONU(200)를 기준으로 설명한다. 그러나 이하에서 설명되는 상향 트래픽 제어 방법은 OLT(100)에 연결된 어느 ONU에서도 동일하게 실시될 수 있다.

<61> 도시된 바에 따르면, 먼저 FIFO스케줄러(220)는 우선 순위를 갖는 버퍼B1(242)에 전송할 데이터 프레임이 존재하는지를 검사한다(S100). 버퍼B1(242)에 전송할 데이터 프레임이 존재하는 것으로 판단되면, FIFO스케줄러(220)는 버퍼B1(242)에 존재하는 데이터 프레임을 전송한다(S120).

<62> 버퍼B1(242)에 존재하는 데이터 프레임을 전송한 후 또는 버퍼B1(242)에 전송할 데이터 프레임이 존재하지 않는 것으로 판단되면, FIFO스케줄러(220)는 버퍼B2(244)에 데이터 프레임의 존재 여부를 판단한다. B2버퍼(244)에 데이터 프레임이 존재하는 것으로 판단되면, FIFO스

케줄러(220)는 상기 데이터 프레임이 버퍼의 최소값과 최대값 사이에 전송 프레임의 최소 트래픽을 보장하기 위해 설정된 로우워터마크(M) 이하에 존재하는 지를 판단한다(S140).

<63> 버퍼B2(244)에 존재하는 데이터 프레임이 로우워터마크(M) 이하에 존재하는 것으로 판단되면, FIFO스케줄러(220)는 버퍼B3(246)에 전송할 데이터 프레임의 존재 유무를 판단한다. 버퍼B3(246)에 데이터 프레임이 존재하는 것으로 판단되면, FIFO스케줄러(220)는 상기 데이터 프레임이 로우워터마크(M) 이하에 존재하는 지를 판단한다(S200).

<64> 버퍼B3(246)에 존재하는 데이터 프레임이 로우워터마크(M) 이하에 존재하는 것으로 판단되면, FIFO스케줄러(220)는 버퍼B2(244), 버퍼B3(246)에 존재하는 데이터 프레임을 전송하고 (S260) S100 단계 내지 S260 단계를 반복 수행한다.

<65> 한편, S140 단계에서 버퍼B2(244)에 존재하는 데이터 프레임이 로우워터마크(M) 이하에 존재하지 않는 것이 아니라 그 이상에 존재하는 것으로 판단되면, FIFO스케줄러(220)는 버퍼B1(242)에 존재하는 데이터 프레임이 로우워터마크(M) 이하에 존재하는 지를 판단한다(S160). 버퍼B1(242)에 존재하는 데이터 프레임이 로우워터마크(M) 이하에 존재하는 것으로 판단되면, FIFO스케줄러(220)는 버퍼B2(244)에 존재하는 데이터 프레임을 전송한다(S180). 그러나 버퍼B1(242)에 존재하는 데이터 프레임이 로우워터마크(M) 이하가 아닌 그 이상에 존재하는 것으로 판단되면, FIFO스케줄러(220)는 S120 단계를 수행하여 버퍼B1(242)에 존재하는 데이터 프레임을 전송한다.

<66> 또한, S200 단계에서 버퍼B3(246)에 존재하는 데이터 프레임이 로우워터마크(M) 이하가 아닌 그 이상에 존재하는 것으로 판단되면, FIFO스케줄러(220)는 버퍼B1(242)에 존재하는 데이터 프레임이 로우워터마크(M) 이하에 존재하는 지를 판단한다(S220). 버퍼B1(242)에 존재하는 데이터 프레임이 로우워터마크(M) 이하에 존재하는 것으로 판단되면, FIFO스케줄러(220)는

버퍼B3(246)에 존재하는 데이터 프레임을 전송한다(S240). 그러나 버퍼B1(242)에 존재하는 데이터 프레임이 로우워터마크(M) 이하가 아닌 그 이상에 존재하는 것으로 판단되면, FIFO스케줄러(220)는 S120 단계를 수행하여 버퍼B1(242)에 존재하는 데이터 프레임을 전송한다.

<67> 따라서, 단순히 데이터 프레임이 갖는 서비스 요구 특성에 따른 우선순위 큐만을 가지고 전송 여부를 판단하지 않고 최소한의 전송 트래픽을 보장할 수 있는 데이터의 저장 용량을 함께 고려하여 데이터의 전송 여부를 판단하여 상향 트래픽 제어를 위한 스케줄링을 수행함으로써, 모든 큐에 대한 트래픽 상황이 반영된 데이터 전송이 가능하다. 이에 따라, 주어진 큐 자원의 효율적 이용이 가능하고 상향 전송을 보다 효율적으로 수행할 수 있다.

#### 【발명의 효과】

<68> 본 발명에 따르면, 버퍼에 존재하는 데이터 프레임의 우선순위뿐만 아니라 각 버퍼에 대해 설정된 로우 워터 마크(M)와 버퍼에 존재하는 데이터 프레임의량을 비교하여 버퍼에 존재하는 데이터 프레임이 로우 워터 마크(M) 이상인 경우 우선 순위가 낮은 데이터 프레임이라 할지라도 버퍼에 존재하는 데이터 프레임을 전송함으로써, 데이터 프레임에 대한 우선순위를 보장하면서 주어진 버퍼 자원을 효율적으로 사용할 수 있다.

<69> 또한, 단순히 데이터 프레임이 갖는 서비스 요구 특성에 따른 우선순위 큐만을 가지고 전송 여부를 판단하지 않고 최소한의 전송 트래픽을 보장할 수 있는 데이터의 저장 용량을 함께 고려하여 데이터의 전송 여부를 판단하여 상향 트래픽 제어를 위한 스케줄링을 수행함으로써, 모든 큐에 대한 트래픽 상황이 반영된 데이터 전송이 가능하다. 이에 따라, 주어진 큐 자원의 효율적 이용이 가능하고 상향 전송을 보다 효율적으로 수행할 수 있다.

<70> 이상에서는 본 발명에서 특정의 바람직한 실시예에 대하여 도시하고 또한 설명하였다.

그러나, 본 발명은 상술한 실시예에 한정되지 아니하며, 특허 청구의 범위에서 첨부하는 본 발명의 요지를 벗어남이 없이 당해 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 누구든지 다양한 변형 실시가 가능할 것이다.

**【특허청구범위】****【청구항 1】**

이더넷 기반의 수동 광 가입자망에서 서비스 특성에 따라 제1버퍼, 제2버퍼, 및 제3버퍼 순으로 전송 우선 순위를 갖는 데이터 프레임의 상향 트래픽 제어 방법에 있어서,

a) 제1버퍼에 전송할 데이터프레임의 존재 여부를 판단하는 단계;

b)상기 제1버퍼에 전송할 데이터 프레임이 존재하는 것으로 판단되면, 상기 데이터 프레임이 최소한의 전송 트래픽을 보장하기 위해 설정된 기준치인 로우워터마크 이하인지를 판단하는 단계;

c) 상기 제1버퍼에 존재하는 상기 데이터 프레임이 상기 로우워터마크 이하인 것으로 판단되면, 상기 제1버퍼에 존재하는 상기 데이터 프레임을 전송하고 상기 제2버퍼에 전송할 데이터 프레임이 상기 로우워터마크 이하인지를 판단하는 단계;

d)상기 제2버퍼에 존재하는 상기 데이터 프레임이 상기 로우워터마크 이하인 것으로 판단되면, 상기 제3버퍼에 전송할 데이터 프레임이 상기 로우워터마크 이하인지를 판단하는 단계; 및

e)상기 제3버퍼에 전송할 데이터 프레임이 상기 로우워터마크 이하인 것으로 판단되면, 상기 제2버퍼 및 상기 제3버퍼에 존재하는 각각의 데이터 프레임을 전송하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 이더넷 기반의 수동 광 가입자망에서 상향 트래픽 제어 방법.

**【청구항 2】**

제 1항에 있어서,



상기 a) 단계에서 제1버퍼에 전송할 데이터 프레임이 존재하지 않는 것으로 판단되면, 상기 로우워터마크를 기준으로 상기 제2버퍼 및 제3버퍼에 존재하는 데이터 프레임을 크기를 체크하여 상기 데이터 프레임의 전송 여부를 판별하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 이더넷 기반의 수동 광 가입자망에서 상향 트래픽 제어 방법.

### 【청구항 3】

제 1항에 있어서,

상기 b) 단계에서 상기 제1버퍼에 존재하는 상기 데이터 프레임이 상기 로우워터마크 이상인 것으로 판단되면, 상기 제1버퍼에 존재하는 모든 데이터 프레임을 전송하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 이더넷 기반의 수동 광 가입자망에서 상향 트래픽 제어 방법.

### 【청구항 4】

제 1항에 있어서,

상기 c) 단계에서 상기 제2버퍼에 존재하는 상기 데이터 프레임이 상기 로우워터마크 이상인 것으로 판단되면, 상기 제1버퍼에 존재하는 데이터 프레임이 상기 로우워터마크 이하인지를 판단하는 단계; 및

상기 제1버퍼에 존재하는 상기 데이터 프레임이 상기 로우워터마크 이하인 것으로 판단되면, 상기 제2버퍼에 존재하는 상기 데이터 프레임을 전송하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 이더넷 기반의 수동 광 가입자망에서 상향 트래픽 제어 방법.

**【청구항 5】**

제 4항에 있어서,

상기 제1버퍼에 존재하는 상기 데이터 프레임이 상기 로우워터마크 이상인 것으로 판단되면, 상기 제1버퍼에 존재하는 상기 데이터 프레임을 전송하고 상기 2버퍼에 존재하는 상기 데이터 프레임을 전송하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 이더넷 기반의 수동 광 가입자망에서 상향 트래픽 제어 방법.

**【청구항 6】**

제 1항에 있어서,

상기 d)단계에서 상기 제3버퍼에 존재하는 상기 데이터 프레임이 상기 로우워터마크 이상인 것으로 판단되면, 상기 제1버퍼에 존재하는 데이터 프레임이 상기 로우워터마크 이하인지를 판단하는 단계; 및

상기 제1버퍼에 존재하는 상기 데이터 프레임이 상기 로우워터마크 이하인 것으로 판단되면, 상기 제3버퍼에 존재하는 상기 데이터 프레임을 전송하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 이더넷 기반의 수동 광 가입자망에서 상향 트래픽 제어 방법.

**【청구항 7】**

제 6항에 있어서,

상기 제1버퍼에 존재하는 상기 데이터 프레임이 상기 로우워터마크 이상인 것으로 판단되면, 상기 제1버퍼에 존재하는 상기 데이터 프레임을 전송하고 상기 3버퍼에 존재하는 상기

데이터 프레임을 전송하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 이더넷 기반의 수동 광 가입자망에서 상향 트래픽 제어 방법.

**【청구항 8】**

제 1항에 있어서,

상기 제1버퍼에 존재하는 상기 데이터 프레임은 영상 데이터 프레임이고, 상기 제2버퍼에 존재하는 상기 데이터 프레임은 음성 데이터 프레임이며, 상기 제3버퍼에 존재하는 상기 데이터 프레임은 문자 데이터 프레임인 것을 특징으로 하는 이더넷 기반의 수동 광 가입자망에서 상향 트래픽 제어 방법.

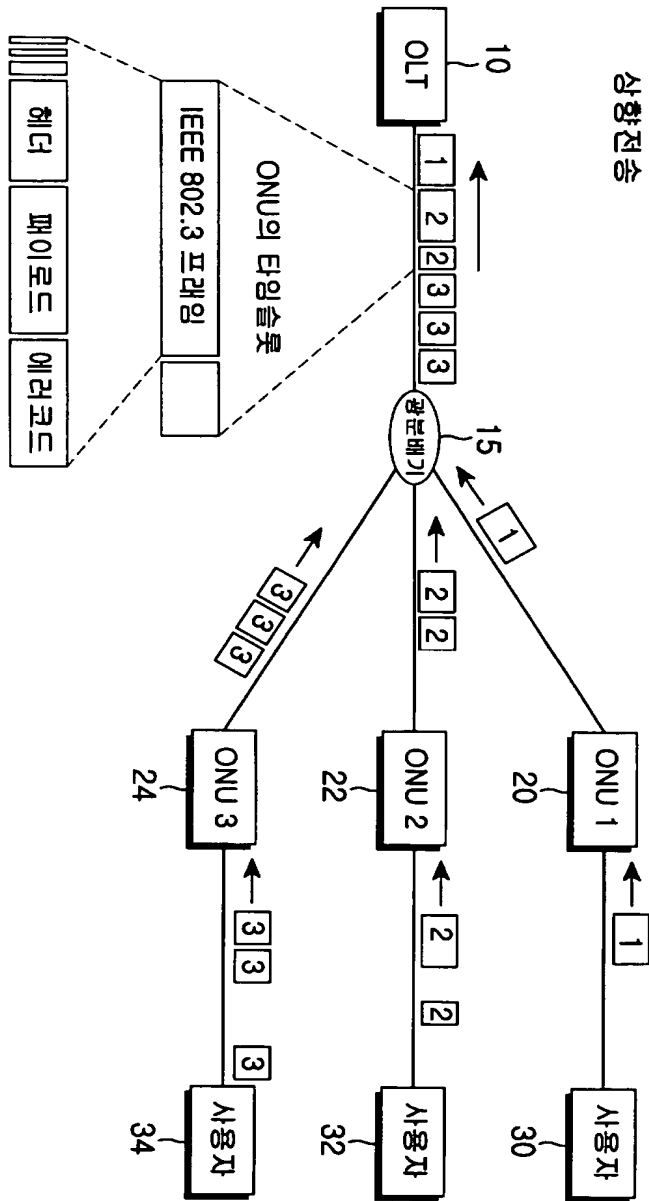
**【청구항 9】**

제 1항에 있어서,

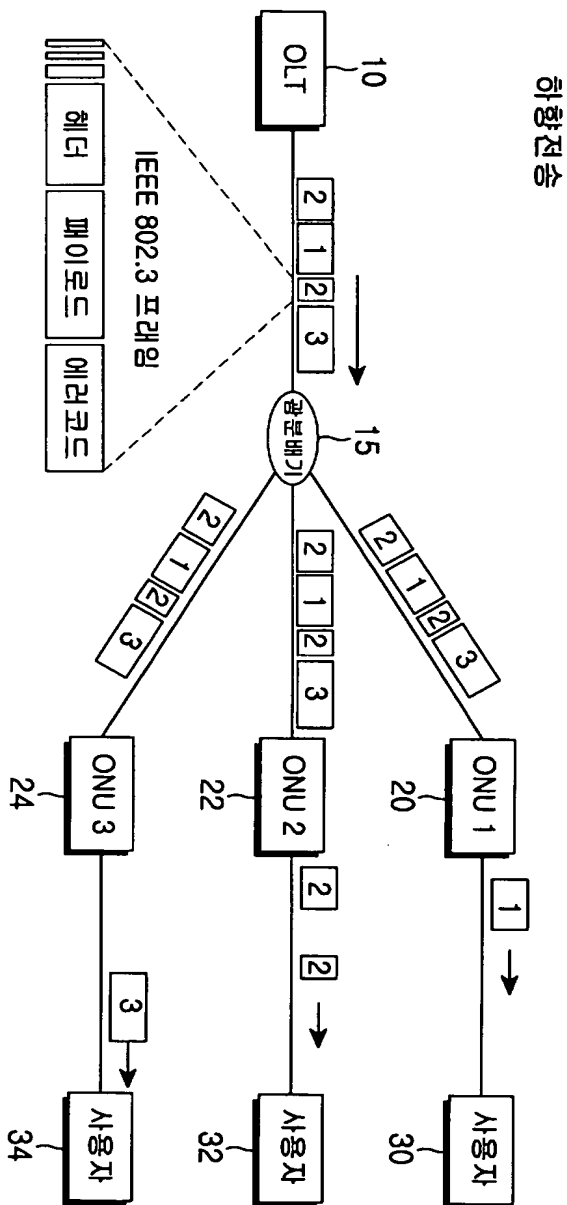
상기 제2버퍼 및/또는 상기 제3버퍼에 존재하는 상기 데이터 프레임을 전송하는 도중에 상기 제1버퍼에 존재하는 데이터 프레임이 상기 로우워터마크 이상이 되면, 상기 제2버퍼 및/또는 상기 제3버퍼에 존재하는 상기 데이터 프레임의 전송을 중단하고 가장 최우선 순위를 갖는 상기 제1버퍼에 존재하는 상기 데이터 프레임을 전송하는 것을 특징으로 하는 이더넷 기반의 수동 광 가입자망에서 상향 트래픽 제어 방법.

【도면】

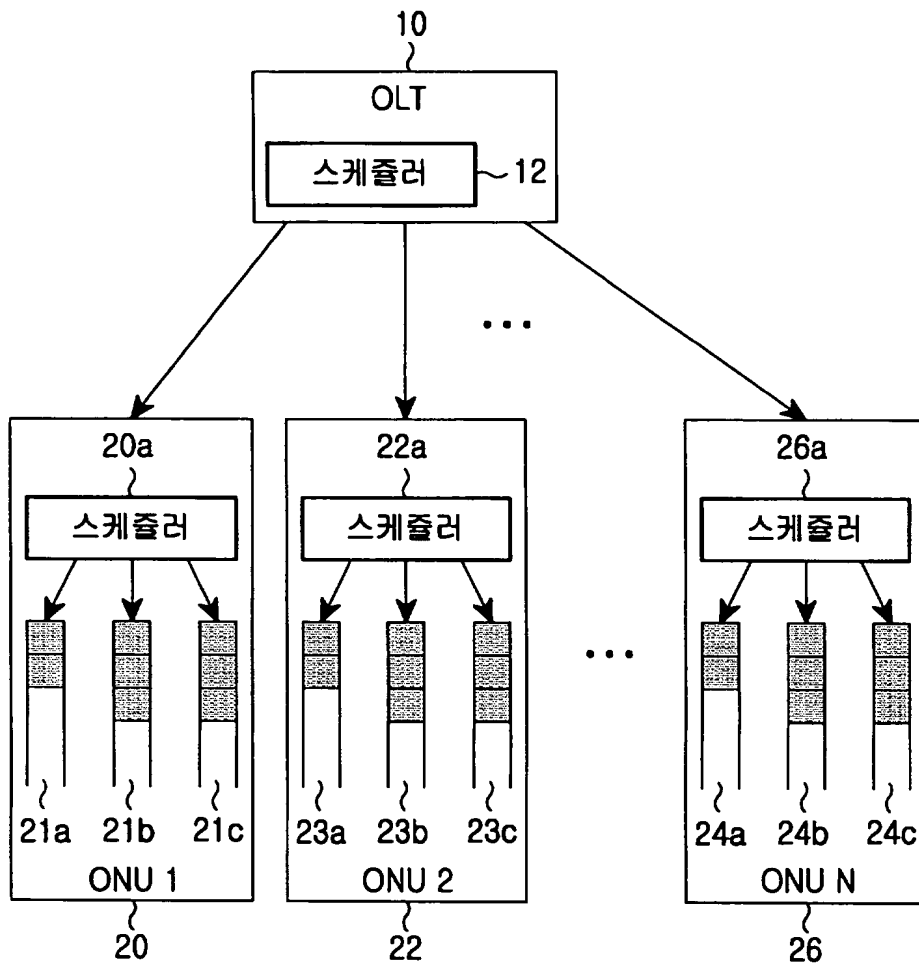
【도 1】



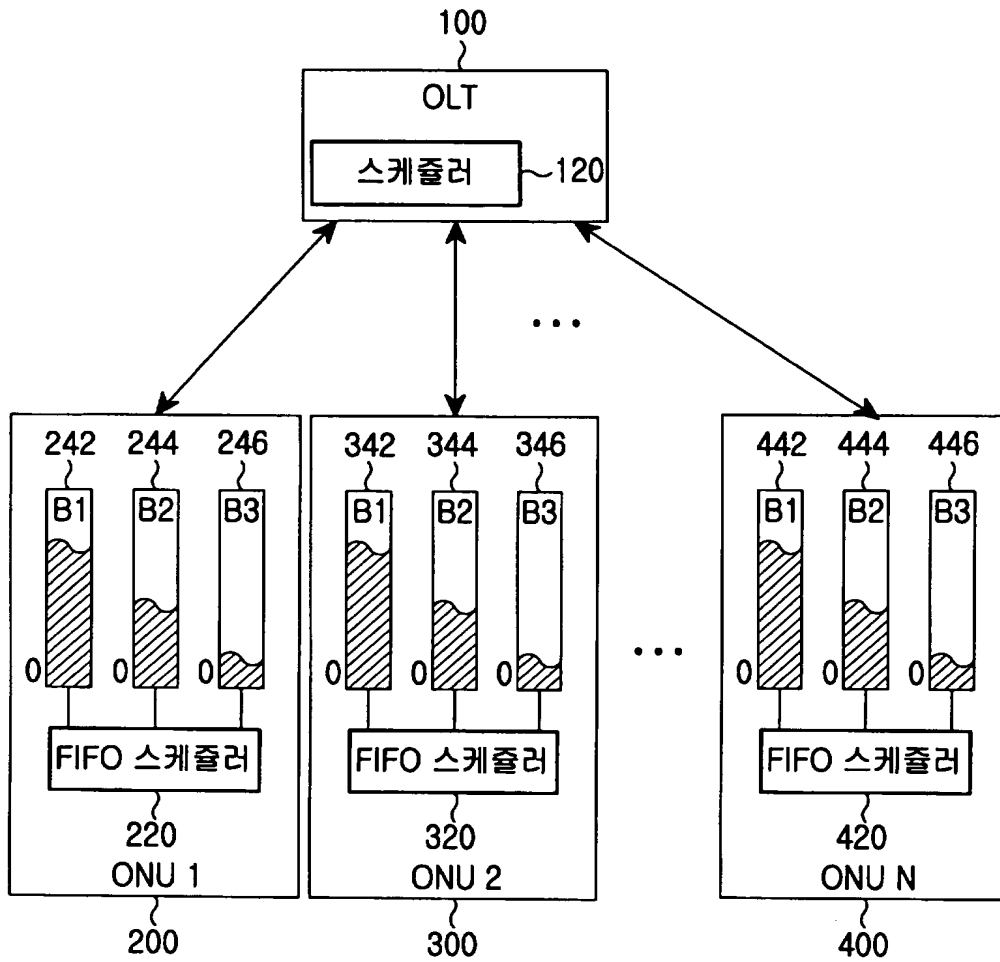
【도 2】



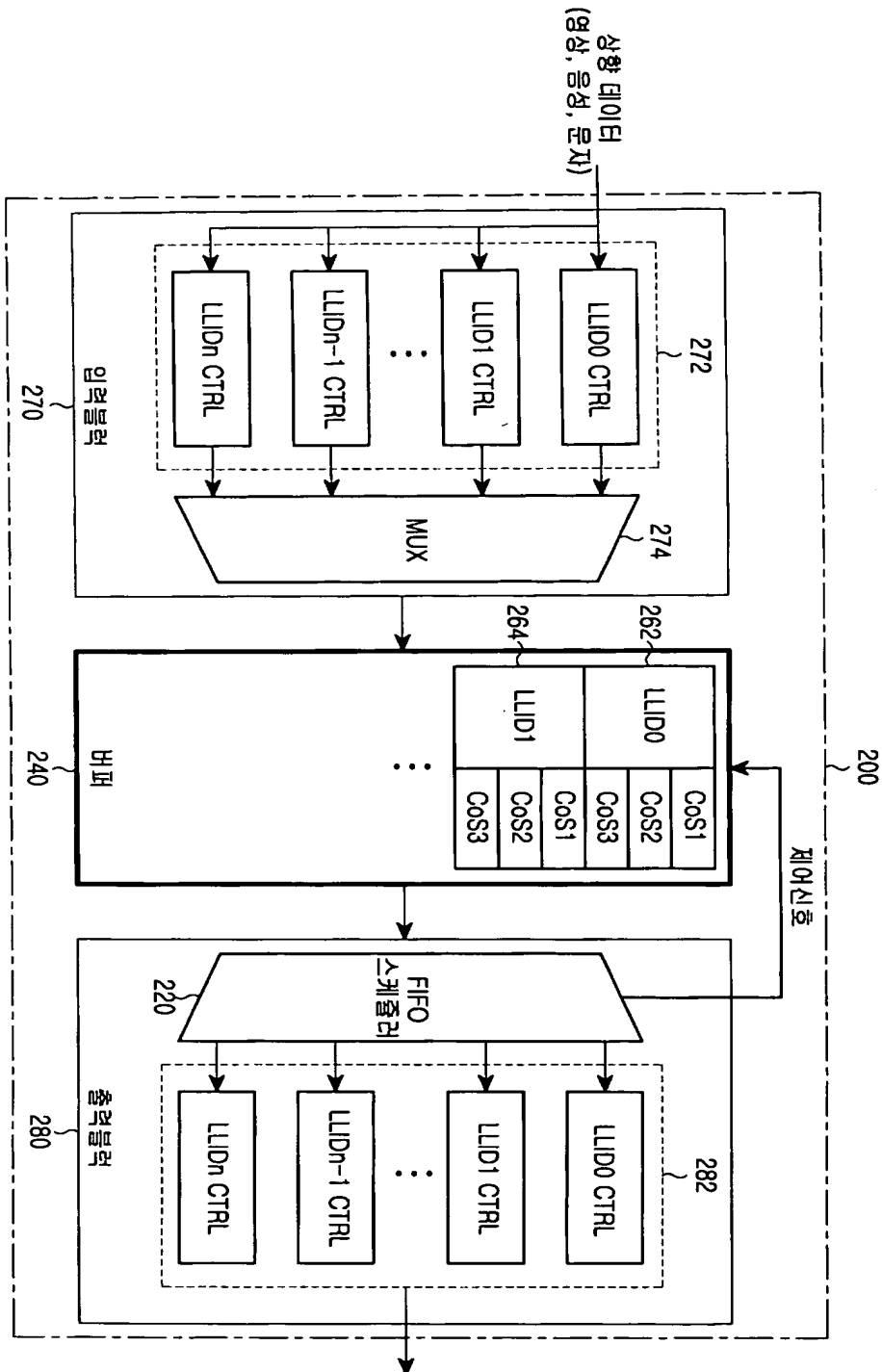
【도 3】



【도 4】

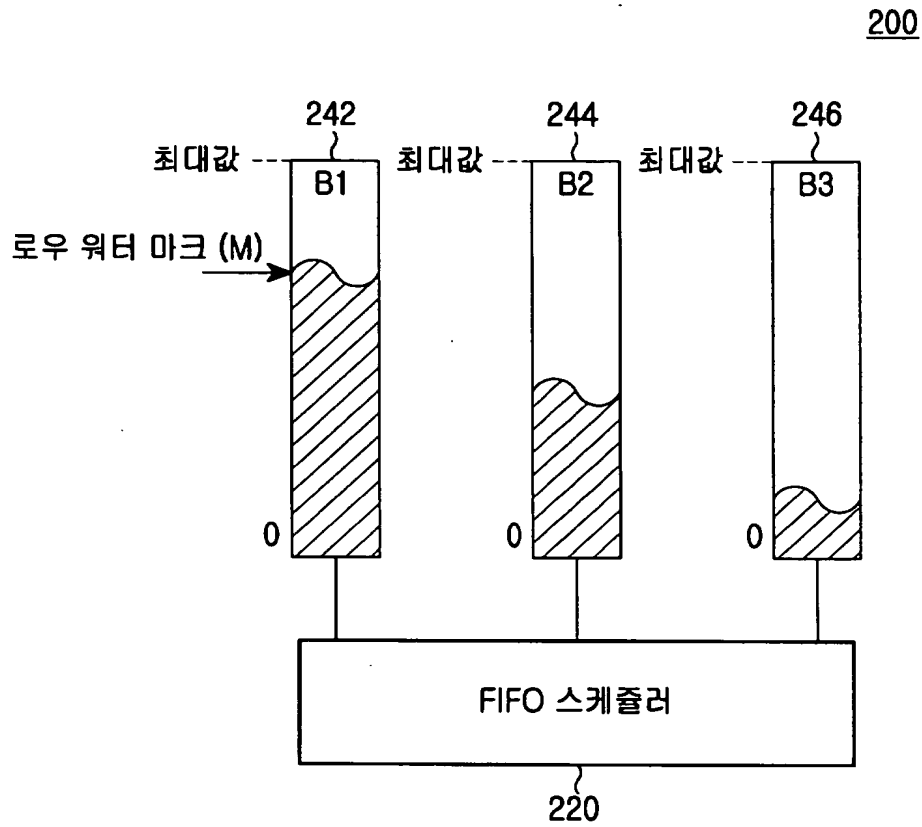


【도 5】





【도 6】



```
graph TD
    Start([시작]) --> S100{B1에 전송할 프레임 존재?}
    S100 -- 아니오 --> S120[B1에 존재하는 프레임 전송]
    S100 -- 예 --> S120
    S120 --> S140{B2에 로우 워터 마크(M)이하의 프레임 존재?}
    S140 -- 예 --> S160{B1에 M이하의 프레임 존재?}
    S140 -- 아니오 --> S160
    S160 -- 아니오 --> Exit(( ))
    S160 -- 예 --> S180[B2에 존재하는 프레임 전송]
    S180 --> S200{B3에 M이하의 프레임 존재?}
    S200 -- 예 --> S260[B2, B3에 존재하는 프레임 전송]
    S200 -- 아니오 --> S220{B1에 M이하의 프레임 존재?}
    S220 -- 예 --> S240[B3에 존재하는 프레임 전송]
    S220 -- 아니오 --> Exit
```